

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : **2 621 174**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : **87 13286**
(51) Int Cl⁴ : H 01 L 23/14, 29/86; H 01 P 1/00.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 25 septembre 1987.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 13 du 31 mars 1989.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : THOMSON HYBRIDES ET
MICROONDES, Société Anonyme. — FR.

(72) Inventeur(s) : Marie-Laure Joyeux, Evelyne Da Silva et
Yves Le Tron, Thomson-CSF, S.C.P.I.

(73) Titulaire(s) :

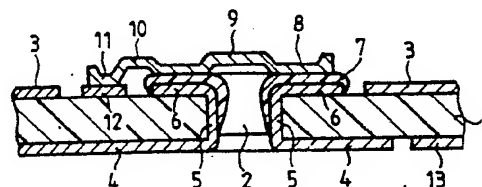
(74) Mandataire(s) : James Taboureau, Thomson-CSF.

(54) Capacité intégrée dans un circuit hyperfréquence.

(57) L'invention concerne une capacité, réalisée à partir d'un
trou métallisé dans le substrat diélectrique d'un circuit hyper-
fréquence.

Les circuits hyperfréquences sont fréquemment réalisés sur
un substrat diélectrique 1 qui comporte, sur sa face arrière, un
plan de masse 4. Le circuit hyperfréquence est relié au plan de
masse 4 par des trous métallisés 2+5. Une capacité est
formée à partir de la pastille 6 entourant le trou métallisé
2+5 : une couche de diélectrique 7 est déposée sur cette
pastille 6 puis une deuxième couche métallique 8, qui est
reliée par un pont d'air 10 à une piste du circuit 12. La
deuxième couche métallique 8 est continue et forme bouchon
9 au trou 2+5.

Application aux circuits hyperfréquences et à leur encapsula-
tion étanche.



FR 2 621 174 - A1

D

CAPACITE INTEGREE DANS UN CIRCUIT HYPERFREQUENCE

La présente invention concerne une capacité réalisée à partir d'un trou métallisé, traversant un substrat diélectrique dans un circuit hybride hyperfréquence. Cette capacité utilise comme première armature la face métallisée interne du trou, ainsi que la partie de métallisation, en contact avec le trou métallisé, qui entoure l'orifice de ce trou sur une face du substrat diélectrique : une couche de diélectrique est déposée aux alentours du trou, puis une métallisation déposée sur le diélectrique sert à la fois de seconde armature à la capacité et de membrane pour boucher le trou, ce qui est un avantage dans l'encapsulation de circuits hybrides hyperfréquence qui sont ainsi rendus étanches. L'invention concerne également le procédé de réalisation d'une telle capacité.

On sait que les circuits hyperfréquence sont fréquemment réalisés sur des plaquettes de matériau diélectrique telles que les céramiques. On sait également que dans ce cas le substrat diélectrique comporte sur sa face opposée à celle qui supporte le circuit hyperfréquence une métallisation de plan de masse, et qu'en outre il est nécessaire, pour la stabilité de fonctionnement du circuit hyperfréquence, de percer à intervalles fréquents des trous à travers le substrat diélectrique, ces trous étant métallisés et réunis en divers points du circuit hyperfréquence pour assurer une bonne continuité de la masse, ou pour véhiculer les signaux hyperfréquences.

L'invention consiste à mettre à profit la présence d'un trou métallisé, qui de toute façon existe et consomme une certaine place sur le substrat, sans autre profit que d'obtenir une communication de plan de masse entre les deux faces du substrat. En outre, si le substrat diélectrique sert de base à un boîtier d'encapsulation du circuit hyperfréquence, la présence d'au moins un trou dans ce substrat, qu'il soit métallisé ou non, à l'inconvénient de faire que le boîtier n'est plus étanche, ce qui est une condition fréquemment

requise par les utilisateurs de circuits hyperfréquence. La métallisation qui recouvre la face interne du trou débouche sur une première face du substrat par au moins une piste métallique qui réunit le trou métallisé à la partie de circuit hyperfréquence portée
5 par la deuxième face du substrat. Selon l'invention une métallisation est déposée autour du trou, et un diélectrique est déposé sur cette métallisation. L'épaisseur du diélectrique règle la valeur de la capacité qui sera fabriquée. Puis, par des techniques de masquage connues de l'homme de l'art, une deuxième métallisation est déposée
10 sur le diélectrique, et de préférence cette deuxième métallisation bouche le trou métallisé, ce qui constitue ainsi une capacité. Cette capacité a donc, par construction, une armature qui est mise à la masse, mais l'autre armature, celle qui constitue un bouchon d'obturation du trou métallisé est réunie au circuit hyperfréquence par
15 exemple par un pont à air.

De façon plus précise, l'invention consiste en une capacité intégrée dans un circuit hyperfréquence, comportant un substrat diélectrique supportant le circuit sur une première face, et au moins une métallisation sur une seconde face, le substrat étant percé d'au
20 moins un trou dont la paroi est métallisée, cette capacité étant caractérisée en ce qu'elle est formée par une première métallisation qui, sur la première face du substrat, entoure le trou métallisé, par une couche de matériau diélectrique déposée sur cette métallisation et par une seconde métallisation déposée sur la couche diélectrique
25 à l'aplomb de la première métallisation, cette capacité étant ainsi intégrée au trou métallisé qui en constitue une première armature.

L'invention sera mieux comprise par la description plus détaillée d'une capacité intégrée à un trou métallisé dans un circuit hybride hyperfréquence, ainsi que la description de son procédé de
30 réalisation, celles-ci s'appuyant sur les figures jointes en annexe qui représentent :

- figure 1 : vue en coupe d'une capacité intégrée à un trou métallisé, selon l'invention,

- figures 2 à 7 : les différentes étapes de réalisation d'une capacité selon le procédé de l'invention.

La figure 1 représente une capacité intégrée à un trou métallisé, selon l'invention. Un circuit hyperfréquence, qui n'est pas représenté ici sur la figure, est supporté par une plaquette diélectrique, en céramique (1), qui lui sert de substrat. Il est fréquent que ces substrats soient percés d'au moins un trou 2, qui est métallisé pour mettre en contact une couche métallique 3, sur une première face du substrat, couche dans laquelle est gravée un circuit d'interconnexion pour le circuit hybride, et une deuxième couche métallique 4 qui sert par exemple de plan de masse, portée par la seconde face principale du substrat 1. Le trou métallisé 2 comporte donc une paroi latérale 5 qui est constituée à partir des métallisations 3 et 4 opérées de telle façon qu'elles débordent chacune dans le trou 2 avec contact ohmique entre les parties de la métallisation 3 et les parties de la métallisation 4 qui ont débordé dans le trou, pour obtenir une continuité du plan de masse représenté ici par la métallisation 4. Cette structure est connue, et généralement utilisée telle que. Selon l'invention, une partie 6 de la métallisation de la face supérieure du substrat 1, entourant le trou métallisé 2, est recouverte par une couche d'un diélectrique 7, à partir de laquelle est constituée une capacité, dont la valeur est réglée entre autres par l'épaisseur de la couche de diélectrique 7. La partie de métallisation 6 constituant une première armature de la capacité, la seconde armature est formée par une métallisation 8 déposée sur le diélectrique 7. Cette métallisation est en forme de membrane de sorte que sa partie centrale 9 constitue un bouchon pour le trou 2, ce qui permet ainsi d'assurer l'étanchéité dans le cas d'une encapsulation du circuit hyperfréquence. Une liaison métallique 10, formant ce que l'on appelle un pont à air, assure par l'intermédiaire d'une prise de contact 11 la continuité avec le circuit hyperfréquence dont un conducteur est représenté en 12. En raison de sa constitution la capacité selon l'invention a automatiquement une première armature en contact électrique avec le circuit porté

par une première face du substrat et une deuxième armature au contact avec le circuit porté par une deuxième face du substrat.

Les figures 2 à 7 sont les différentes étapes de réalisation de la capacité selon l'invention. En figure 2, un substrat diélectrique 1 est percé d'un trou 2, puis reçoit deux métallisations 3 sur une première face et 4 sur une deuxième face, ces deux métallisations étant faites de telle façon que la paroi du trou 2 est métallisée de façon continue en 5. Par des techniques connues au moins l'une des métallisations, par exemple la métallisation 3 sur la face supérieure du substrat 1 est gravée pour constituer une piste de liaison du circuit hyperfréquence. Cette gravure doit mettre en évidence au moins une partie 6 (pastille) entourant le trou métallisé 2 et au moins une piste 12 destinée à être reliée à la seconde armature de la capacité qui reste à fabriquer.

L'étape suivante consiste à déposer sur la face supérieure du substrat métallisé une couche 14 de diélectrique, particulièrement aux environs du trou métallisé, de telle façon que le diélectrique pénètre légèrement en 15 dans le trou métallisé, ceci afin d'éviter de futurs court-circuits entre les deux métallisations de la capacité. L'épaisseur de la couche 14 de diélectrique est l'un des éléments qui règlent la valeur de la capacité à fabriquer. Puis une résine 16 est déposée sur la face du substrat qui supporte la couche de diélectrique 14, et cette résine est gravée par des techniques connues de façon à ne conserver qu'une surface, telle que représentée en figure 3, à l'aplomb du trou métallisé 2. Cette résine constitue un masque et permet de graver la couche de diélectrique 14 en dehors de la zone qui entoure le trou 2.

Après gravure, et retrait de la résine par le solvant approprié la seule partie de la couche 14 de diélectrique qui subsiste est donc une surface repérée en 7 sur la figure 4.

Une résine 17 est alors répandue sur la face arrière du substrat de façon à boucher le trou 2, puis une résine 18 est déposée sur la face supérieure de ce même substrat.

Par une opération de masquage, le masque 19 étant symbolisé au-dessus de la figure 4, la résine 18 est exposée et ensuite dissoute de façon sélective, le masque permettant de dégager les surfaces qui en figure 5 sont représentées en 20, c'est-à-dire partiellement la face supérieure de la pastille 7 de diélectrique 7, et en 21 c'est-à-dire la face supérieure de la piste métallique 12 qui établira ultérieurement le contact avec le circuit hyperfréquence.

La figure 5 représente donc l'état du circuit après dissolution partielle de la résine 18. Il est évident que le masque 19 tel qu'il est représenté en figure 4 est purement représentatif : selon que la résine utilisée est positive ou négative, les parties du masque 19 traversées par le rayonnement lumineux ou électromagnétique sont inversées.

L'opération suivante, en figure 6, consiste à déposer sur la face supérieure du substrat recouvert de différentes couches 3 et 18, une première métallisation fine 24, par exemple un dépôt d'or obtenu par pulvérisation. Puis cette couche 24 qui est fine est renforcée par dépôt électrolytique 25 de façon à lui donner une épaisseur suffisante pour constituer une armature de capacité.

Etant donné que les métallisations 24 et 25 recouvrent toute la surface du substrat et des couches que celui-ci supporte il est nécessaire de les graver : c'est ce qui est fait en figure 7. Une couche 26 de résine est donc déposée par dessus la couche d'or électrolytique 25, puis elle est exposée à travers un masque 27 dont les motifs sont destinés à mettre en évidence une partie de la métallisation 24 + 25 qui correspond à l'armature de la capacité à fabriquer, ainsi que la liaison entre cette armature et au moins une piste conductrice 12. Après exposition et développement de la résine 26, à travers le masque 27, il reste donc un motif 28 qui protège la partie de métallisation qui vient d'être définie ci-dessus.

L'opération suivante consiste donc à décaper la métallisation 24 + 25 dans toute sa partie exposée, située en dehors de la protection du masque 28 et à retirer la résine de façon à mettre en évidence l'objet de l'invention tel qu'il est représenté dans son état fini en figure 1.

La métallisation 24 + 25 qui a été déposée à travers l'orifice 20 de la figure 5, correspond à l'armature 8 de la figure 1. Sa surface en contact avec le diélectrique 7 détermine la valeur de la capacité, en fonction de l'épaisseur du diélectrique. La partie de cette même métallisation qui a été déposée sur l'îlot 22 de résine en figure 5 correspond à la partie 9 de la figure 1, formant couvercle ou bouchon du trou 2. La partie de ces mêmes métallisations déposée sur l'îlot de résine 23 et à travers l'orifice 21 en figure 5 constitue désormais le pont à air 10 et la prise de contact 11 avec la piste 12 du circuit hyperfréquence.

Il n'est pas absolument nécessaire que la métallisation 8 et 9 qui constitue la seconde armature de la capacité obture le trou 2: cependant, il est évident que ceci constitue un avantage si le circuit doit être encapsulé car la membrane 9 constitue un bouchon d'obturation du trou 2.

Le procédé tel qu'il vient d'être décrit ne peut guère s'appliquer qu'à des trous de petits diamètres compris par exemple entre 100 et 500 microns, et par conséquent la capacité intégrée au trou est de faible valeur, de l'ordre de 5 à 10 pF: elle s'adresse donc plus particulièrement aux circuits hyperfréquence dans lesquels les capacités sont de très faible valeur mais convient parfaitement dans ce cas au découplage du circuit de polarisation ou du circuit hyperfréquence. En outre, le procédé d'intégration d'une capacité à trou métallisé permet d'augmenter la densité d'un circuit hyperfréquence sur son substrat, et de diminuer les longueurs des liaisons.

REVENDEICATIONS

1. Capacité intégrée dans un circuit hyperfréquence, comportant un substrat diélectrique (1) supportant le circuit sur une première face, et au moins une métallisation (4) sur une seconde face, le substrat (1) étant percé d'au moins un trou (2) dont la paroi est métallisée (5), cette capacité étant caractérisée en ce qu'elle est formée par une première métallisation (6) qui, sur la première face du substrat (1), entoure le trou métallisé (2 + 5), par une couche de matériau diélectrique (7) déposée sur cette métallisation (6), et par une seconde métallisation (8), déposée sur la couche diélectrique (7) à l'aplomb de la première métallisation (6), cette capacité étant ainsi intégrée au trou métallisé (2 + 5) qui en constitue une première armature (6).

2. Capacité intégrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la deuxième métallisation (8) est une membrane continue dont la partie centrale (9) obture le trou métallisé (2 + 5).

3. Capacité intégrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la deuxième métallisation (8), qui constitue sa deuxième armature, est reliée à au moins un point (12) du circuit hyperfréquence.

4. Capacité intégrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la deuxième métallisation (8), qui constitue sa deuxième armature, est reliée à au moins un point (12) du circuit hyperfréquence au moyen d'un pont à air (10) et d'une prise de contact (11) avec le circuit (12), ce pont à air et cette prise de contact étant gravés dans la même métallisation que la seconde armature (8).

5. Capacité intégrée selon la revendication 3, caractérisée en ce que, en raison de son intégration avec un trou métallisé (2 + 5), elle a automatiquement une armature (8) reliée à un circuit (12) porté par la première face du substrat (1) et une armature (6) reliée à un circuit (4) porté par la seconde face du substrat (1).

6. Procédé de réalisation d'une capacité intégrée à un trou métallisé (2 + 5) dans un substrat (1) métallisé (3, 4) sur ses deux faces, pour circuit hyperfréquence, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

5 a) gravure, sur au moins une première face, dans la métallisation (3), du circuit d'interconnexion (12) du circuit hyperfréquence et d'au moins une pastille (6) entourant le trou métallisé (2 + 5),

10 b) dépôt, sur cette même première face, d'une couche de diélectrique (14), puis d'une couche de résine de masquage ; exposition et gravure de la couche de diélectrique (14), ne laissant sous le masque qu'une pastille de diélectrique (6) entourant le trou métallisé (2 + 5),

15 c) dépôt, sur la seconde face, d'une couche de résine (17) pour boucher le trou (2 + 5), puis sur la première face d'une couche de résine de masquage (18), exposée à travers un masque (19) et développée en vue de mettre à nu au moins la pastille de diélectrique (7) entourant le trou (2 + 5) et un contact avec une piste du circuit (12),

20 d) dépôt sur toute la première face d'une deuxième couche métallisée (24) renforcée électrolytiquement (25),

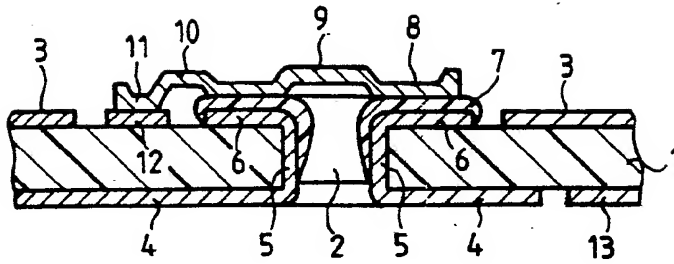
e) dépôt d'une résine de masquage (26), exposée à travers un masque (27) et développée en vue de protéger (28) la deuxième couche métallisée (24, 25) à l'aplomb de la pastille de diélectrique (7),

25 f) gravure de la deuxième couche métallisée (24, 25) et dissolution des masques de résine (28, 22, 18, 17).

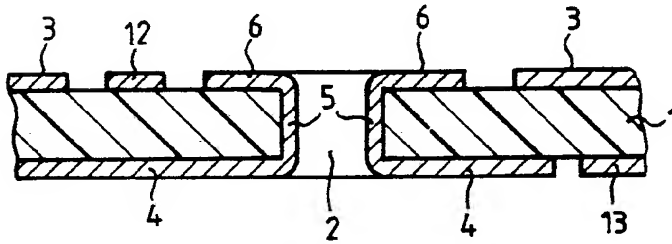
30 7. Procédé de réalisation d'une capacité intégrée à un trou métallisé, selon la revendication 6, caractérisé en ce que, à l'étape e), le masque de résine (26) protège en outre un pont à air (10) et une prise de contact (11) avec une piste du circuit (12), l'interconnexion de la capacité avec le circuit hyperfréquence étant ainsi réalisée en même temps que la gravure à l'étape f).

1/2

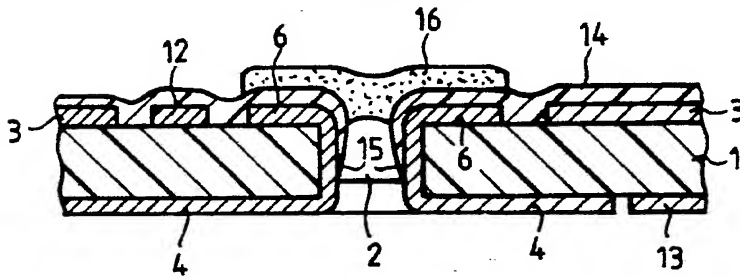
FIG_1



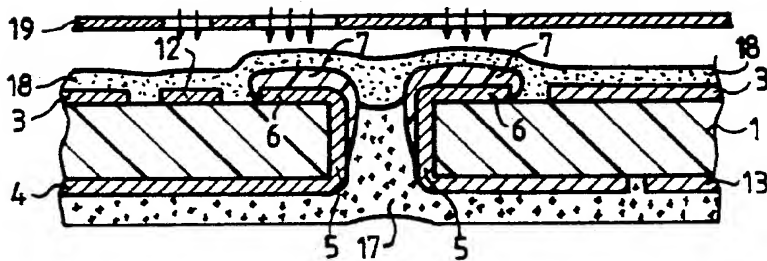
FIG_2



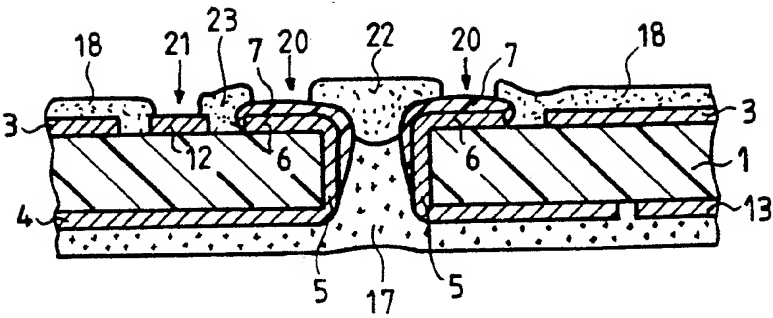
FIG_3



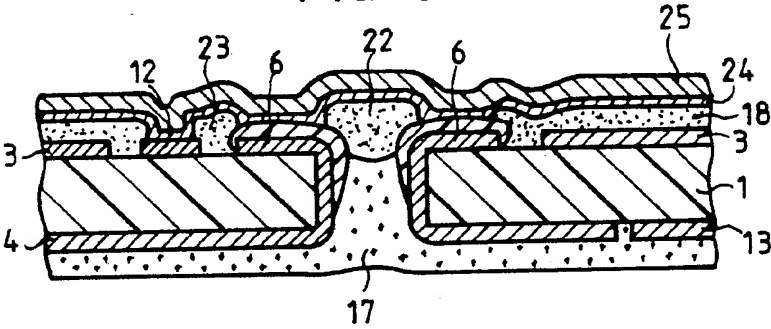
FIG_4



FIG_5



FIG_6



FIG_7

